

Tıbbi Sekreterlerde Karpal Tünel Sendromuna Yatkınlık: Medyan Sinirin Ultrasonografi ile Değerlendirilmesi

A Predisposition to Carpal Tunnel Syndrome in the Medical Secretaries: Evaluation of the Median Nerve By Ultrasonography

 Vefa ÇAKMAK^a

^aPamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji ABD, Denizli, TÜRKİYE

ÖZET Amaç: Bu çalışmanın amacı, yoğun klavye ve bilgisayar kullanmakta olan tıbbi sekreterlerde, medyan sinir özelliklerinin araştırılması, deneyim ve günlük iş yükünün medyan sinire etkisinin belirlenmesidir. **Gereç ve Yöntemler:** Ekim 2019-Kasım 2019 tarihleri arasında bilgilendirilmiş onayı alınmış sağlıklı 28 kadın tıbbi sekreterin (26-39 yaş, ortanca 33 yaş, ortalama 32,82±4,03 yıl), her iki el bileği ultrasonografi ile prospektif olarak değerlendirilmiştir. Her iki el için aynı seansta medyan sinir ölçümleri, transvers planda karpal tünelin pisiform kemik düzeyinden yapılmıştır. Transvers planda medyan sinirin kesitsel alanı (MSKA), uzun ve kısa boyutları ölçülerek düzleşme oranı (flattening ratio) hesaplanmıştır. Tüm sekreterlerin, sekreter olarak çalışma tecrübesi, günlük aktif olarak çalışma süresi ve rapor sekreterlerinin günlük yazdığı rapor sayısı kaydedilmiştir. MSKA ve diğer ölçümlerin karşılaştırılması için "paired t-testi" ve kategorik değişkenler için ki-kare testi kullanılmıştır. **Bulgular:** Rapor sekreterlerinde, karpal tünel sendromu prevalansı %25 olarak bulundu. Kayıt sekreterlerine göre rapor sekreterlerinin sağ el MSKA daha yüksek bulundu ($p=0,018$). Günlük yazılan rapor sayısının artışı ile MSKA artışı arasında her iki el için istatistiksel olarak anlam bulundu (sağ için $p=0,009$; sol için $p=0,033$). Mesleki tecrübe ve günlük aktif iş süresi için her iki elde istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır. **Sonuç:** Kadın cinsiyete sahip, yoğun klavye ve bilgisayar kullanımı bulunan tıbbi sekreterlerde, karpal tünel sendromuna yatkınlık izlenmiştir.

ABSTRACT Objective: The aim of this study is to investigate the median nerve characteristics in medical secretaries with intensive keyboard and computer use and to show the effect of experience and daily workload on the median nerve. **Material and Methods:** Between October 2019-November 2019, both wrists of 28 healthy female medical secretaries with informed consent (26-39 years, median 33 years, mean 32.82±4.03 years) were prospectively evaluated by ultrasonography. Median nerve measurements for both hands in the same session were performed from the pisiform bone level of the carpal tunnel in the transverse plan. Cross-sectional area of the median nerve (MNCNA), long and short dimensions were measured in transverse plan and flattening ratio was calculated. All secretaries' experience of working as secretaries, daily active working time and the number of reports written by the report secretaries were recorded. Paired t test was used to compare MSKA and other measurements and chi-square test was used for categorical variables. **Results:** The prevalence of carpal tunnel syndrome was 25% in the report secretaries. The right-hand MSKA was found to be higher than the report secretaries ($p=0.018$). There was a statistically significant difference between the increase in the number of daily reports and the increase in MSKA for both hands ($p=0.009$ for right and $p=0.033$ for left). There was no statistically significant difference in both hands for professional experience and daily active working time. **Conclusion:** A predisposition to carpal tunnel syndrome was observed in female medical secretaries who used intense keyboard and computer.

Anahtar Kelimeler: Karpal tünel sendromu; ultrasonografi; medyan sinir

Keywords: Carpal tunnel syndrome; ultrasonography; median nerve

Karpal tünel sendromu (KTS), üst ekstremitede en sık görülen sinir sıkışma sendromudur. Medyan sinirin, bilekte transvers karpal ligaman düzeyinde sıkışması ile gelişir. KTS sıklığı, toplumda %3-6 olarak bildirilmiştir.¹ Sıkışmaya bağlı olarak el hareketleri ile artan ağrı ve sinir trasesi boyunca parestezi gibi semptomları bulunur. Risk faktörleri; cinsiyetin kadın

olması, gebelik, obezite, romatoid artrit, diabetes mellitus, tiroid hastalıkları, böbrek yetersizliğidir. Klinik muayene dışında sinir iletim çalışmaları, özellikle medyan sinir distal motor latansı, KTS için en spesifik test olarak bildirilmiştir.² Medyan sinir ultrasonografisi, KTS için tamamlayıcı olmakta, sinirin morfolojisi hakkında bilgi vermektedir. Medyan si-

Correspondence: Vefa ÇAKMAK
Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji ABD, Denizli, TÜRKİYE/TURKEY
E-mail: vefacakm1408@gmail.com

Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences.

Received: 12 Jan 2020

Received in revised form: 07 Apr 2020

Accepted: 12 May 2020

Available online: 17 Dec 2020

2536-4391 / Copyright © 2020 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



nirin basısına bağılı olarak sinirin kesit alanı artış göstermektedir. Daha önceki çalışmalarda, medyan sinirin karpal tünelden geçerken, medyan sinirin kesitsel alanı (MSKA) ve düzleşme oranı [flattening ratio (FR)] tanımlanmıştır.³⁻⁷ Sağlıklı kontrollerde MSKA 7-9 mm², hafif semptomları bulunan KTS hastalarında 10-13 mm², ılımlı düzeyde semptomları bulunan hastalarda 13-15 mm² ve şiddetli KTS semptomları bulunan hastalarda 15 mm² üzeri bulunmuştur.⁷

Günümüzde radyoloji kliniklerinde raporlamalar, rapor sekreterleri tarafından hastane bilgi yönetim sistemleri üzerinde gerçekleştirilmektedir. Hastanelerdeki tanı sürecinde, hukuksal ve ekonomik (faturalandırma) nedenlerle radyoloji kliniğindeki tetkik sayısı ve buna bağılı tetkik raporu sayısı artmaktadır. Raporlama sürecinde, rapor sekreterlerinin uzun süre klavye ve “mouse” kullanımı, el ve el bileğinde kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına (tendinit vb.) neden olmaktadır. Bununla birlikte uzun süreli klavye kullanımı, karpal tünelde daralma ya da basıncın artmasına, sonuç olarak KTS’ye yol açabilir.

Bu çalışmanın amacı, yoğun klavye kullanımı bulunan tıbbi sekreterlerde, medyan sinir özelliklerinin araştırılması, deneyim ve günlük iş yükünün medyan sinire etkisinin gösterilmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

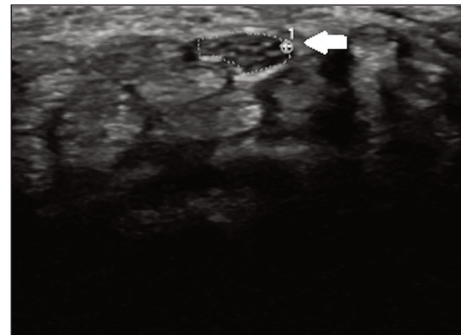
Çalışma için Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Etik Kurul onayı ve bölge sağlık müdürlüğünden çalışma için izin alınmıştır (No: PAÜ 60116787-020/18109-25.9.2019). Tüm gönüllülerin, çalışma öncesi bilgilendirilmiş onamı alınmıştır. Bu çalışma, Helsinki Deklarasyonu Prensipleri’ne uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Ekim 2019-Kasım 2019 tarihleri arasında, devlet hastanesi rapor sekreterliği ve kayıt sekreterliği görevinde bulunan 18-42 yaş arası 46 kadın tıbbi sekreter çalışmaya dâhil olmak için gönüllü olmuştur. Bu grupta sigara kullanmayan, diyabet, hipotiroidi gibi endokrin hastalıkları, gebelik tanısı, neoplastik ya da romatolojik/ortopedik hastalığı, el bileğinde tendinit bulguları bulunmayan ve bilgilendirilmiş onam veren tıbbi sekreterler çalışmaya dâhil edildi. Buna göre 28 kadın tıbbi sekreterin (26-39 yaş, ortanca 33 yaş, ortalama 32,82±4,03

yıl), her iki el bileği ultrasonografi ile 15 yıl tecrübeye sahip radyolog tarafından prospektif olarak değerlendirildi.

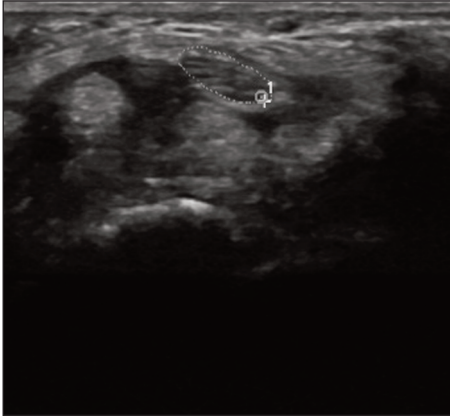
Ultrasonografi ile medyan sinir değerlendirmesi, Toshiba Aplio 500 (Toshiba Medical Systems, Co., Ltd., Otawara, Japonya) ile 6-12 MHz lineer prob (Toshiba PLT-1204BT, Toshiba Medical Systems, Co., Ltd., Japonya) kullanılarak yapılmıştır. Ultrasonografik muayene için tıbbi sekreter, sandalyeye oturtulup, ön kolu supin durumunda pozisyonlandırılmıştır. El bileği nötral pozisyonda tutulup, parmaklar dinlenme pozisyonunda hafif fleksiyonda iken inceleme yapılmış ve 6-12 MHz lineer transdüser el bileğine transvers planda pozisyonlandırılmıştır. Yeterli jel miktarı ve deriye hafif basınç ile artefakt önlenerek, medyan sinir incelemesi yapılmıştır.

Her iki el için aynı seansta medyan sinir ölçümleri, transvers planda karpal tünelin pisiform kemik düzeyinden yapılmıştır. Transvers planda MSKA, uzun ve kısa boyutları ölçülmüştür. FR, medyan sinirin uzun boyutuna, kısa boyutunun oranı olarak hesaplanmıştır. Bütün ölçümler, medyan sinirin epinöryumu gösteren siniri sınırlayan hiperekojen hattan 3 kere yapıp, ortalamaları kaydedilmiştir (Resim 1, Resim 2). MSKA <10 mm² normal olarak kabul edildi. 10-13 mm² hafif, 13-15 mm² ılımlı ve 15 mm² üzeri ölçümler, ağır KTS olarak kabul edilmiştir.⁷

Çalışma grubundaki tıbbi sekreterlerin boy, kilo ölçümleri yapılarak, beden kitle indeksi hesaplanmış ve dominant el bilgisi kaydedilmiştir. Tüm sekreterlerin, sekreter olarak çalışma tecrübesi, günlük aktif olarak çalışma süresi ve rapor sekreterlerinin günlük



RESİM 1: Normal çapta medyan sinirin transvers planda elde edilmiş ultrasonografi görüntüsü, ok hipoekoik medyan siniri göstermektedir.



RESİM 2: Rapor sekreterinin sağ eli, medyan sinirin transvers planda elde edilmiş ultrasonografi görüntüsünde genişleşmiş medyan sinir izlenmektedir. Medyan sinir kesit alanı 14 mm² ölçülmüştür.

yazdığı rapor sayısı da kaydedilmiştir. Sekreterlerin çalışma süresi, tecrübesi, yazılan rapor sayısı ile MSKA ve diğer medyan sinir ölçümleri ile karşılaştırılmıştır.

İstatistiksel analiz, kişisel bilgisayarda istatistiksel yazılım (SPSS 21 for Windows, Chicago, IL) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kategorik değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri n (%) ve sürekli değişkenlerde ise ortalama±standart sapma ile sunulmuştur. Kategorik değişkenler için ki-kare testi ve “Fisher exact test” kullanılmıştır. Rapor ve kayıt sekreterleri için MSKA karşılaştırmasında, “independent samples t-test” kullanılmıştır. Kontenjans tablolarında Fisher-Freeman-Halton testi kullanılmıştır, p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

BULGULAR

Çalışma grubundaki 28 kadın tıbbi sekreterin yaş, boy, ağırlık, el dominansı ve çalışma özellikleri

(mesleki deneyim, günlük çalışma ve rapor sayısı) **Tablo 1**'de görülmektedir. Çalışma grubundaki kadın cinsiyete sahip sekreterlerin ortalama yaş, boy, ağırlık, günlük çalışma süreleri ve mesleki tecrübeleri birbirine yakın olarak seçilmiştir. Tıbbi sekreterlerin 25'inde sağ el dominansı saptanmıştır. Rapor ve kayıt sekreterlerinin medyan sinir ölçümleri, **Tablo 2**'de görülmektedir. Kayıt sekreterlerine göre rapor sekreterlerinin medyan sinir etkilenmesi daha fazla olup, sağ el MSKA değerleri daha yüksek bulunmuştur (p=0,018). Bununla birlikte her iki el için rapor ve kayıt sekreterlerinde, medyan sinirin uzun boyutu (sağ el p=0,024; sol el p=0,045) ve FR (sağ el p=0,003; sol el p=0,005) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır. Bir rapor sekreterinin sağ el MSKA 16 mm² bulunmuştur (**Tablo 3**). Günlük yazılan rapor sayısının artışı ile MSKA artışı arasında, her iki el için istatistiksel olarak anlam bulunmuştur (sağ için p=0,021; sol için p=0,043). Mesleki tecrübe ve günlük aktif iş süresi için, her iki el medyan sinir ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (**Tablo 4**).

TABLO 1: Çalışma grubunun özellikleri.

	Rapor sekreterleri	Kayıt sekreterleri
Sayı	16	12
Yaş	33,19±3,46	32,33±4,81
Boy (cm)	164,18±3,76	162,33±5,56
Kilo (Kg)	64±5,85	60,33±4,77
Beden kitle indeksi	23,79±2,62	22,98±2,64
Dominant el	Sağ 13 Sol 3	12 0
Mesleki tecrübe(yıl)	7,43±4,03	8,0±4,43
Günlük aktif çalışma süresi(saat)	5,12±1,08	6±0
Günlük rapor sayısı	82,50±26,95	0

TABLO 2: Çalışma grubunun medyan sinir ölçümleri.

	Sağ el medyan sinir			Sol el medyan sinir		
	Rapor sekreterleri	Kayıt sekreterleri	p değeri	Rapor sekreterleri	Kayıt sekreterleri	p değeri
MSKA (mm ² ±SS)	8,87±2,62	6,83±1,02	0,018	6,93±2,17	5,75±0,96	0,090
Uzun boyut (mm)	5,94±1,27	5,05±0,19	0,024	5,50±0,95	4,89±0,30	0,045
Kısa boyut (mm)	1,83±0,28	1,80±0,14	0,775	1,87±0,20	1,94±0,12	0,329
FR	3,39±1,29	2,80±0,16	0,003	2,93±0,41	2,52±0,21	0,005

MSKA: Medyan sinir kesit alanı; SS: Standart sapma; FR: Düzleşme oranı.

TABLO 3: Çalışma grubunun medyan sinir kesit alanlarına göre sınıflandırılması.

MSKA	Sağ el		Sol el	
	Rapor sekreteri	Kayıt sekreteri	Rapor sekreteri	Kayıt sekreteri
Normal (<10 mm ²)	12	12	13	12
Hafif KTS (10-13 mm ²)	3	0	3	0
İlmi KTS (14-15 mm ²)	0	0	0	0
Ağır KTS (>15 mm ²)	1	0	0	0

MSKA: Medyan sinir kesit alanı; KTS: Karpal tünel sendromu.

TARTIŞMA

Hastanelerde, özellikle radyoloji kliniğinde, rapor yazımı için çalışan tıbbi sekreterlerin günlük pratikte yoğun klavye kullanımı mevcuttur. Bu çalışan grubu tüm mesailer boyunca el kullanımına bağlı KTS gelişimi ve el/el bileğini içeren kas-iskelet sistemi bozuklukları gelişimi için risk altındadır. Çalışma, tıbbi sekreterlerin el bileğinde medyan sinirin ultrasonografi ile MSKA, FR'yi değerlendirerek, çalışma süresi ve yazılan rapor sayısına göre KTS'ye yakınlık gelişebileceği düşünülerek yapılmıştır. Bu çalışmada herhangi bir semptom ya da şikâyeti bulunmayan sağlıklı gönüllüler çalışmaya dâhil edilmiş olup, noninvazivliği, radyasyon içermemesi, dinamik inceleme yapılabilmesi ve düşük maliyeti sebebiyle ultrasonografi kullanılmıştır.

KTS tanısı, genellikle tipik klinik bulgu ve semptomlara dayanır, çoğu durumda elektrofizyo-

lojik testlerle doğrulanabilir. Fowler ve ark., KTS'de medyan sinir ultrasonografisini inceledikleri metaanalizde, duyarlılığın ve özgüllüğün sırasıyla %77,6 ve %86,8 olduğunu bildirmiştir.⁸ KTS tanısında, ultrasonografinin elektrofizyolojik çalışmalara yardımcı bir tanısal yöntem olduğu bildirilmiştir.⁹ Koyuncuoğlu ve ark.nın yaptığı bir çalışmada, klinik olarak KTS tanısı konan %30,5 hastada, KTS'nin erken safhalarında medyan sinirin elektrofizyolojik testlerinde fonksiyonel bozulma saptanmayıp, pozitif ultrasonografi bulgularının saptandığı bildirilmiştir. KTS bulguları olan hastalarda, elektrofizyolojik çalışmalar negatif ise ek tetkiklerin yapılması gerekliliğini bildirmişlerdir.¹⁰ Klinik semptomu bulunan hastalarda MSKA 9 mm² ve daha düşük bulunan hastalarda, elektrofizyolojik çalışmaların KTS ile ilgili anormallikleri ortaya çıkarma olasılığının düşük olduğu ve böyle hastalarda servikal radikülopati için elektromiyografinin daha uygun olacağı bildirilmiştir.¹¹ Bu çalışmada, medyan sinir ultrasonografisinin KTS için elektrofizyolojik çalışma yapmadan önce tarama testi olarak kullanılabilirliği bildirilmiştir.

Ofis çalışanları, uzun süreli yoğun klavye ve "mouse" kullanımı mevcut olup, optimal olmayan ortamlarda çalışabilmekte ve buna bağlı olarak KTS semptomları gelişebilmektedir.¹² "Mouse" ve klavye kullanımı, tekrarlayan el aktivitesi ve kullanım sırasında sıklıkla ergonomi olmaması nedeniyle KTS için risk faktörü olarak bildirilmiştir.¹³⁻¹⁵ KTS'ye yakınlık için el yazısı kullanımı ile ilişkili çalışmalar ve el

TABLO 4: Çalışma grubunun medyan sinir kesit alanı ile iş özelliklerinin karşılaştırılması.

		Sağ MSKA			Sol MSKA		
		0-9 mm ²	10 mm ² ve üzeri	p değeri	0-9 mm ²	10 mm ² ve üzeri	p değeri
Tecrübe (yıl)	0-5 yıl	9	1	0,210	9	1	0,762
	6-9 yıl	12	1		12	1	
	10 yıl ve üzeri	3	2		4	1	
Günlük çalışma süresi (saat)	0-5 saat	9	2	0,518	8	3	0,050
	6 saat ve üzeri	15	2		17	0	
Rapor sayısı	0	12	0	0,021	12	0	0,043
	0-70 rapor	6	0		6	0	
	80 ve üzeri	6	4		7	3	

MSKA: Medyan sinir kesit alanı.

aletleri kullanımı ile ilgili çalışmalar da mevcuttur.¹⁶ Düşük kuvvette sık tekrarlayan işler olarak sınıflanan ofis çalışanları ve klavye kullanıcılarında, KTS prevalansının %28 ve daha üzeri olabileceği bildirilmiştir.^{17,18} Bu çalışmada, 28 gönüllüde 4 sağ elde ve 3 sol elde MSKA'da artış saptanmıştır. Klavye kullanımı yoğun olan rapor sekreterlerinde ise MSKA artışı %25 saptanmıştır.

Çalışmada, sekreterlerin KTS yatkınlığını saptamak için MSKA ölçümünde Buchberger ve ark. çalışmasında önerdikleri referans MSKA ölçümleri kullanılmıştır.⁷ Buna göre 10 mm² altındaki ölçüm değerleri normal olarak sınıflandırılmıştır. 10 mm² ve üzeri değerler, anormal olarak değerlendirilmiştir. Tüm çalışma grubunda 28 sekreterin 4 sağ el medyan sinir ve 3 sol el medyan sinirde MSKA artışı saptanmıştır. Rapor sekreterlerinin MSKA, medyan sinir uzun boyutu ve FR, kayıt sekreterlerine göre anlamlı şekilde büyük saptanmıştır. Bu çalışmada, rapor yazan sekreterlerde günlük yazılan rapor sayısı ile MSKA artışı korelasyon göstermektedir. Tüm sekreter grubunda ise mesleki tecrübe ile MSKA artışı arasında anlamlı farklılık saptanmadı.

Çalışmamızın bazı kısıtlılıkları vardı. Birincisi, el bileğinde medyan sinir ölçümleri dışında değerlendirme yapılmamıştır. İkinci olarak ultrasonografi uygulayıcıya bağımlı bir değerlendirme olup, gözlemciler arası değişkenlik ile ilgili değerlendirme yapılmamıştır. Üçüncüsü, çalışma grubu gönüllü sayısının göreceli olarak yeterli olmamasıdır. Bununla birlikte cinsiyetler arası farklılıkların önüne geçmek için ve KTS için kadın cinsiyetin risk faktörü olması nedeniyle çalışma sadece kadın cinsiyete sahip tıbbi sekreterler üzerinde yapılmıştır.

SONUÇ

Yoğun klavye ve bilgisayar kullanımı bulunan tıbbi sekreterler, oluşabilecek kas-iskelet şikâyetleri dışında KTS için risk altındadır. Radyoloji kliniklerindeki ya da hastanelerde yoğun klavye kullanımı bulunan departmanlardaki rapor sekreterlerinin çalışma standartlarının ergonomik olarak düzenlenmesi, kas-iskelet sistemi hastalıkları dışında KTS'nin de bir meslek hastalığı olarak tanınması ve buna bağlı sosyal hakların sağlanması gerekmektedir. Özellikle hastanede çalışan rapor sekreterlerinde, noninvasiv, ucuz ve güvenilir bir yöntem olan ultrasonografi ile aralıklı medyan sinir ölçümleri yapılarak, KTS erken dönemde saptanabilir.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Etik kurul tarafından onaylanmasını müteakip başlatılmıştır (No: PAÜ 60116787-020/18109). Tüm gönüllülerin çalışma öncesi bilgilendirilmiş onamı alınmıştır.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Bu çalışma tamamen yazarın kendi eseri olup başka hiçbir yazar katkısı alınmamıştır.

KAYNAKLAR

1. Calandruccio JH, Thompson NB. Carpal tunnel syndrome: making evidence-based treatment decisions. *Orthop Clin North Am.* 2018;49(2):223-9. [Crossref] [PubMed]
2. Aboonq MS. Pathophysiology of carpal tunnel syndrome. *Neurosciences (Riyadh).* 2015; 20(1):4-9. [PubMed] [PMC]
3. Bang M, Kim JM, Kim HS. The usefulness of ultrasonography to diagnose the early stage of carpal tunnel syndrome in proximal to the carpal tunnel inlet: a prospective study. *Medicine (Baltimore).* 2019;98(26):e16039. [Crossref] [PubMed] [PMC]
4. Moschovos C, Tsvigoulis G, Kyrozis A, Ghika A, Karachalia P, Voumvourakis K, et al. The diagnostic accuracy of high-resolution ultrasound in screening for carpal tunnel syndrome and grading its severity is moderated by age. *Clin Neurophysiol.* 2019;130(3):321-30. [Crossref] [PubMed]

5. Fu T, Cao M, Liu F, Zhu J, Ye D, Feng X, et al. Carpal tunnel syndrome assessment with ultrasonography: value of inlet-to-outlet median nerve area ratio in patients versus healthy volunteers. *PLoS One*. 2015;10(1):e0116777. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
6. El Habashy HR, El Hadidy RA, Ahmed SM, El Sayed BB, Ahmed AS. Carpal tunnel syndrome grading using high-resolution ultrasonography. *J Clin Neurophysiol*. 2017;34(4):353-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
7. Buchberger W, Judmaier W, Birbamer G, Lener M, Schmidauer C. Carpal tunnel syndrome: diagnosis with high-resolution sonography. *AJR Am J Roentgenol*. 1992;159(4):793-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
8. Fowler JR, Gaughan JP, Ilyas AM. The sensitivity and specificity of ultrasound for the diagnosis of carpal tunnel syndrome: a meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(4):1089-94. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
9. Elnady B, Rageh EM, Ekhoully T, Fathy SM, Alshaar M, Fouda ES, et al. Diagnostic potential of ultrasound in carpal tunnel syndrome with different etiologies: correlation of sonographic median nerve measures with electrodiagnostic severity. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20(1):634. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
10. Koyuncuoglu HR, Kutluhan S, Yesildag A, Oyar O, Guler K, Ozden A. The value of ultrasonographic measurement in carpal tunnel syndrome in patients with negative electrodiagnostic tests. *Eur J Radiol*. 2005;56(3):365-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
11. Billakota S, Hobson-Webb LD. Standard median nerve ultrasound in carpal tunnel syndrome: a retrospective review of 1,021 cases. *Clin Neurophysiol Pract*. 2017;2:188-91. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
12. Silverstein BA, Fan ZJ, Bonauto DK, Bao S, Smith CK, Howard N, et al. The natural course of carpal tunnel syndrome in a working population. *Scand J Work Environ Health*. 2010;36(5):384-93. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
13. Tucha O, Mecklinger L, Thome J, Reiter A, Alders GL, Sartor H, et al. Kinematic analysis of dopaminergic effects on skilled handwriting movements in Parkinson's disease. *J Neural Transm (Vienna)*. 2006;113(5):609-23. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
14. Werner P, Rosenblum S, Bar-On G, Heinik J, Korczyn A. Handwriting process variables discriminating mild Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 2006;61(4):P228-36. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
15. Palumbo CF, Szabo RM. Examination of patients for carpal tunnel syndrome sensibility, provocative, and motor testing. *Hand Clin*. 2002;18(2):269-77. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
16. Andersen JH, Thomsen JF, Overgaard E, Lassen CF, Brandt LP, Vilstrup I, et al. Computer use and carpal tunnel syndrome: a 1-year follow-up study. *JAMA*. 2003;289(22):2963-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
17. Mohammad WS. Work-related risk factors for carpal tunnel syndrome among Majmaah University female touchscreen users. *Pak J Med Sci*. 2019;35(5):1221-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
18. Rigouin P, Ha C, Bodin J, Le Manac'h AP, Descatha A, Goldberg M, et al. Organizational and psychosocial risk factors for carpal tunnel syndrome: a cross-sectional study of French workers. *Int Arch Occup Environ Health*. 2014;87(2):147-54. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]